

## **Q79751**

Claims 1 through 13 of the present invention, considering the language of the specification and the drawings, relate to a laser beam wavelength stabilization unit, characterized in that it comprises a first light receiving element and a second light receiving element with an edge structure. However, it is deemed that this is similar to the technical content of the semiconductor laser device comprising a first light detector and a second light detector with an edge structure which became publicly known in the Detailed Description (Figure 3, Figure 6, and Figure 7; paragraphs number (0074) and (0078)) of Cited Invention 1, US Unexamined Patent Application Publication 2002-75910 and the technical content of the optical transmission device using a semiconductor laser device which became publicly known in the detailed description (Figure 4 and Figures 9 through 11) of Cited Invention 2, Japanese Unexamined Patent Application Publication 2002-299751, and could have been easily invented by one skilled in the art (Article 29, Paragraph 2 of the Japan Patent Law).

Attachment 1	US Unexamined Patent Publication 2002-75910 (6/20/2002), 1 copy
Attachment 2	Japanese Unexamined Patent Application Publication 2002-299751 (10/11/2002), 1 copy

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号  
特開2002-299751  
(P2002-299751A)

(43)公開日 平成14年10月11日(2002.10.11)

(51)Int.Cl.	識別記号	P I	キーワード(参考)
H 0 1 S 5/028	B 1 6	H 0 1 S 5/028	B 1 6 5 F 0 7 B
		5/0688	5 K 0 0 2
H 0 4 B 10/28		H 0 4 B 9/00	Y
10/28			L
10/14			

特許請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 8 頁) 最終頁に続く

(21)出願番号 特願2001-102930(P2001-102930)

(22)出願日 平成13年4月2日(2001.4.2)

(71)出願人 000005108  
株式会社日立製作所  
東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地  
(72)発明者 直江 和彦  
神奈川県横浜市戸塚区戸塚町218番地 株  
式会社日立製作所通算事務部内  
(73)発明者 藤橋 望司  
神奈川県横浜市戸塚区戸塚町218番地 株  
式会社日立製作所通算事務部内  
(74)代理人 100068504  
弁理士 小川 勝男 (外2名)

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 半導体レーザ駆動及びそれを用いた光送信装置。

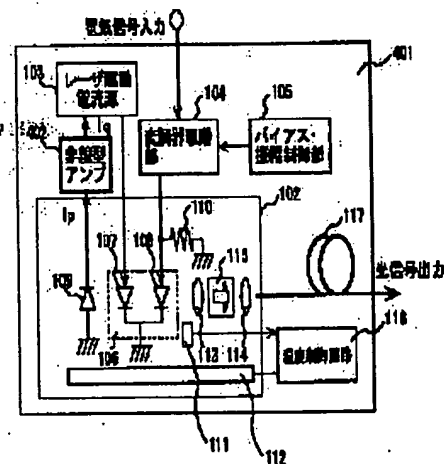
(57)【要約】

【課題】 幹線系光伝送の重要な部品の一つである、半導体電界吸収型変調器集積レーザの本質である前後比直線性の不具合を改善する。

【解決手段】 E A変調器集積レーザ106の後方出力であるモニタ電流 $I_p$ を、非線型アンプ402によって、電氣的に補正し、前方出力と同様にE A変調器部を通過したあのような電流出力にして、レーザ駆動電流源103を制御することにより前方後方の電流依存性を抑制する。

【効果】 後方モニタ電流を非線型に変換して、この電氣信号をレーザ駆動電流として出力することで、これを搭載した半導体レーザモジュール及び光送信モジュールにて補正するため、半導体レーザモジュール及び光送信モジュールの光出力安定性や信頼性が向上する。

図 4



【特許請求の範囲】

【請求項1】 半導体電界吸収型変調器集積レーザの前方出力光を光ファイバに光学的に結合させる光学手段と、上記半導体電界吸収型変調器集積レーザの後方出力光をモニタするモニターフォトダイオードと、上記モニターフォトダイオードによって制御され、上記半導体電界吸収型変調器集積レーザの半導体レーザの駆動電流を発生するレーザ駆動電源とを持つ半導体レーザ装置において、

上記モニターフォトダイオードと上記レーザ駆動電源との間に上記モニターフォトダイオード出力モニタ電流が上記レーザ駆動電流の値に対して増幅率が変わる非線型アンプを設けたことを特徴とする半導体レーザ装置。

【請求項2】 上記半導体電界吸収型変調器集積レーザの半導体レーザが波長可変レーザで構成されたことを特徴とする請求項1記載の半導体レーザ装置。

【請求項3】 請求項1又は2記載の半導体レーザ装置の上記半導体電界吸収型変調器集積レーザと、上記光学手段と、上記モニターフォトダイオードと、上記非線型アンプとが搭載された半導体レーザモジュール。

【請求項4】 請求項3記載の半導体レーザモジュールであって、更に上記半導体電界吸収型変調器集積レーザ内の電界吸収型変調器を駆動する変調器駆動部が搭載された半導体レーザモジュール。

【請求項5】 請求項1又は2記載の半導体レーザ装置の上記半導体電界吸収型変調器集積レーザ、上記光学手段と、上記モニターフォトダイオードと、上記レーザ駆動電源と、上記非線型アンプと、上記半導体電界吸収型変調器集積レーザの電界吸収型変調器を駆動する変調器駆動部とが搭載された光送信モジュール。

【請求項6】 請求項1記載の半導体レーザ装置及び上記半導体電界吸収型変調器集積レーザ内の電界吸収型変調器を駆動する変調器駆動部を搭載した光送信装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明に属する技術分野】 本発明は、半導体レーザ装置及びそれを用いた光伝送装置、さらに詳しく言えば、半導体電界吸収型変調器集積レーザで、半導体レーザの出力の一部をモニタして、半導体レーザの駆動電流を制御し、半導体レーザの光出力を制御する半導体電界吸収型

変調器集積光源を用いた光伝送装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 従来、光通信システムに使用される半導体電界吸収型変調器集積光源は、伝送速度が10Gb/s程度のもので、図1に示す光送信モジュール構造のものが知られている。光送信モジュール101は、そのパッケージ内部に、レーザモジュール102、レーザ駆動電流源103、変調器駆動部104、バイアス振幅制御部105及び温度制御回路106を設けて構成されている。レーザモジュール102の内部には、半導体電界吸

収型変調器集積レーザ（以下、EA（electro-absorption）変調器集積レーザと略称）106が、ペルチェ基板112上に搭載されている。EA変調器集積レーザ106は、一定電流により駆動させる分布帰還レーザ（Distributed feedback laser、以下DFBレーザと略称）部107と、変調電圧により動作させるEA変調器部108により構成されている。EA変調器とは、EA変調器部に電圧を印加することにより生じる量子閉じ込めシュタルク効果を利用して、EA変調器部活性層吸収端をシフトさせることにより、DFBレーザの光をオン・オフする変調器である。EA変調器について記載した文献としては、M Aoki, et al., "High-speed (10 Gbit/s) and low-drive-voltage (1 V peak to peak) InGaAs/InGaAsP MQW electroabsorption modulator integrated DFB laser with semi-insulating buried heterostructure," Electron. Lett., vol. 28, pp. 1157-1158, 1992.がある。

【0003】 EA変調器108には、終端抵抗110が並列に搭載されており、インピーダンス整合を取っている。また、EA変調器集積レーザ106の前方はレーザからの光をレンズ113、アイソレータ115及びレンズ114を介して光ファイバ117に結合する光学手段が設けられている。さらに、EA変調器集積レーザの後方には、光出力モニタ用フォトダイオード109が搭載されている。フォトダイオード109により光電気（Q/E）変換されたモニタ電流1mがレーザ駆動電流源103を通りDFBレーザ107を制御して、レーザからの光出力を一定に保つ、いわゆるオート・パワー・制御（APC）ループを形成している。ここで、レーザ駆動電流源103はいずれも入力電流に対して、線形に出力する。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】 EA変調器集積レーザを搭載した光送信装置、現在製品化されている伝送距離40kmのものに加え、今後80km、及び100km以上の長距離伝送化が進んでいく。長距離伝送化が進んだ場合、EA変調器集積レーザにおいては、高光出力化、低チャープ化及び大消光比化の特性が要求される。EA変調器集積レーザにおいてこれらの特性を向上させた場合、それに伴って劣化する特性は、下述の前方後方比直線性 $\Delta P/P/\Delta I_m$ である。なぜなら、いずれの特性を向上させる場合においても、EA変調器集積レーザEA変調器部での光吸収が大きくなり、EA変調器集積レーザ前方光出力の直線性にレーザ駆動電流に対して非線型な影響を与えるため、素子自体の前方後方比直線性が劣化してしまうためである。このことを更に詳しく説明する。EA変調器集積光源のEA変調器集積レーザ106は、DFBレーザ107の前方にEA変調器108が集積されている。EA変調器はその性質上、電圧を印加しない状態においても、DFBレーザ107からの光

を吸収する。従って、E A変調器集積レーザ106の前方からの光cの出力は、D F Bレーザ107の光出力aにE A変調器部の光吸収が引かれた光出力として取り出される。一方、E A変調器集積レーザ106後方からの光bの出力は、後方にはE A変調器がないため、D F Bレーザの光出力がそのまま取り出される。

【0005】また、E A変調器集積光源をA P C制御で安定に動作させるためには、モニターしているE A変調器集積レーザ後方光出力bと前方光出力aとの比がレーザの駆動電流範囲で一定の値に保たなければならない。なぜなら、例えばある電流増加量に対して、後方光出力が2倍になった時、前方光出力が1.5倍にしかならなかったら後方光出力モニタによるA P C制御で、前方光出力を安定に制御させることが不可能となるからである。

【0006】従来のE A変調器集積光源では、フォトダイオード109からの出力信号とレンズ114の光出力の関係は、図2に示すように、フォトダイオード109からの出力信号I<sub>p</sub>を点線で示し、レンズ114の光出力I<sub>o</sub>を実線で示す。ここで出力信号I<sub>p</sub>及びI<sub>o</sub>は、レーザの駆動電流I<sub>f</sub>=150mAの出力で規格化しているため、縦軸は絶対値ではない。

【0007】図2において、E A変調器108前方からの光cの出力I<sub>o</sub>は、同後方からの出力I<sub>p</sub>とは、規格化しているにも関わらず完全に一致せず、特に駆動電流I<sub>f</sub>が、しきい値電流I<sub>th</sub>から約80mAの領域で、出力I<sub>o</sub>（実線）が小さくなっている。これは、E A変調器集積レーザ107の前方に、E A変調器108が集積されていることに起因している。レーザ107前方からの光cの出力は、E A変調器108を通過した後、レンズ113、114、アイソレータ115を介して光ファイバ117から出力されるため、D F Bレーザ107の光は、同一素子に集積されているE A変調器108によって吸収を受ける。この吸収はE A変調器108を駆動していない状態、つまりE A変調器部にバイアスをかけていない状態でも、光電流にして10mA前後生じ、さらにレーザ駆動電流がしきい値電流(I<sub>th</sub>)から80mAの領域で顕著に発生する。一方、E A変調器集積レーザの後方には、何も吸収体が集積されていないため、フォトダイオード109との間に結合損が生じるものの、D F Bレーザ107の出力に比例した値がフォトダイオードの106の出力になる。

【0008】レーザモジュール106は、後方出力をモニターすることにより前方光出力を一定に制御している。そのため、レーザ駆動電流I<sub>f</sub>が変わった場合においても、後方出力に対して前方出力の比が、ある範囲で一定でなければ、レーザ駆動電流I<sub>f</sub>が変わる前と同様な前方出力に制御することができない。

【0009】このことに関して、後方の出力I<sub>m</sub>と前方の出力P<sub>f</sub>の比を前方後方比として、実際のE A変調機

集積レーザの電流依存性を図3に示す。同図中、従来の電流依存性を実線Aで示すように、駆動電流I<sub>f</sub>により前方後方比が変動していることが分かる。これは、図2での後方の光出力I<sub>p</sub>と前方の光出力I<sub>o</sub>の違いによるものである。E A変調器部の光吸収が顕著であるような光出力を発生させるレーザ駆動電流I<sub>f</sub>領域、すなわちレーザ駆動電流I<sub>f</sub>がしきい値電流から80mAの領域においては、前方後方比が一定でなく、レーザ駆動電流I<sub>f</sub>増加に伴い増加傾向である。一方、E A変調器部の光吸収が飽和レベルであるような光出力を発生させるレーザ駆動電流領域では、レーザ駆動電流I<sub>f</sub>に対し前方後方比はほぼ一定である。

【0010】通常、レーザ駆動電流は、I<sub>f</sub>=60~80mAであるが、長期に渡る信頼性を保証するためには、50%増加の値、つまりI<sub>f</sub>=90~120mAまで保証する必要がある。従って、例えば初期にI<sub>f</sub>=70mAで動作させているモジュールは、駆動電流範囲であるしきい値I<sub>th</sub>上の電流、例えば30mAから105mAまでの動作を保証しなければならぬ。図3に示す通り前後比がI<sub>f</sub>=30mAと105mAでは前方後方比が20%程度変動が生じており、この変動が20%を超えると、光出力信号を一定に動作させることが困難となる。この許容値の指標として、前方後方出力比の電流変動を

$$\Delta P_f / \Delta I_m = \{ [P_f(105\text{mA}) / P_f(30\text{mA})] / [I_m(105\text{mA}) / I_m(30\text{mA})] \} - 1$$

で定義した場合、この値が±20%以下でなければ、前述の通り長期に渡り信頼性が保証できない。これに加えてE A変調器は、ある光入力レベルにおいて、飽和傾向があるため、より一層この後方光出力と前方光出力との比に変動が生じてしまう。従って、後方光出力をモニターフォトダイオードで検出して電気変換して、レーザ駆動電流を制御する場合、後方光出力と前方光出力との比に変動が生じると、レーザ前方の光出力を一定に制御することが困難になる。

【0011】このため、従来は、動作電流をI<sub>f</sub>=65mAで行うことにより、前後比直線性の値が実力+15~+22%に対して、±20%以下でレーザ素子の選別することにより、本光送信モジュールの高信頼性を実現している。従って製品の歩留まりが悪く非経済的であり、動作電流の広い範囲にわたっての使用を可能にし、製品寿命を長くすることができない。この変動は、E A変調器の特性、例えば発光特性によって変わることが分かっており、長距離伝送用に設計された半導体E A変調器集積レーザを使用した光伝送装置においては、より顕著にこの変動が生じる問題がある。

【0012】従って、本発明の主な目的は、半導体レーザの駆動電流が広範囲にわたって後方光出力と前方光出力との比に変動が小さい電界吸収型変調器集積レーザ装置及びそれを使用した光伝送装置を実現することであ

る。

【0013】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため、本発明は、半導体電界吸収型変調器集積レーザの前方出力光を光ファイバーに光学的に結合させる光学手段と、上記半導体電界吸収型変調器集積レーザの後方出力光をモニタするモニターフォトダイオードと、上記モニターフォトダイオードによって制御され、上記半導体電界吸収型変調器集積レーザの半導体レーザの駆動電流を発生するレーザ駆動電源とを持つ半導体レーザ装置において、上記モニターフォトダイオードと上記レーザ駆動電源との間に上記モニターフォトダイオード出力モニタ電流が上記レーザ駆動電流の値に対して増幅率が変わる非線型アンプを設けて構成される。ここで、半導体レーザ装置とは、実施例で述べるレーザモジュール、光送信モジュール及び光受信モジュールを含む。

【0014】本発明は、上記制御手段によって、後方モニタ電流を非線型アンプで変換して、その変換された電流をレーザ駆動電流として出力することで、従来の電界吸収型E A変調器集積光源の不具合を解決している。前述の非線型アンプは、半導体E A変調器集積レーザがもつ前方後方比直線性の駆動電流電流に対する変動を補正する機能を有するものである。

【0015】

【発明の実施の形態】<実施例1>図4は、本発明による光伝送装置（光送信モジュール）の一実施例の構成図である。本実施例は、伝送速度10Gbit/sのE A変調器集積レーザを搭載したものである。光送信モジュール401の基本構成は、従来の技術の図1での説明とほぼ同様である。図1と実質的に同じ構成部分には図1と同じ番号、符号を付して詳細な説明を省く。図1のものとの構成上の違いは、フォトダイオード109によりO/E変換された出力電流I<sub>p</sub>を非線型アンプ402を介してレーザ光出力安定回路に入れる点である。

【0016】非線型アンプ402は、モニタ電流I<sub>p</sub>を入力として、これを非線型に変換し出力する。非線型アンプ402の出力電流I<sub>q</sub>はレーザ駆動電流源103を介して半導体レーザ107の入力となる。この非線型な変換とは、入力であるモニタ電流I<sub>p</sub>のレベルに対して増幅率が変わるような変換を意味する。具体的には、E A変調器集積レーザ106の前方光出力が小さく、E A変調器集積レーザ前方に集積されているE A変調器108における光吸収が飽和レベルに達していおらず顕著な光吸収が見られる範囲の場合、このときの非線型アンプの増幅率をN<sub>1</sub>とする。一方、E A変調器108部においてそれに集積されたレーザの入力に対する光吸収が飽和領域に達しているようなE A変調器集積レーザ前方光出力レベルの場合、言いかえるとE A変調器部光電流がレーザ入力に対して飽和レベルに達している領域の場合、このときの非線型アンプ402の増幅率をN<sub>2</sub>と

する。それぞれの領域における非線型アンプの増幅率にN<sub>1</sub><N<sub>2</sub>の関係を持たせるような変換で、非線型な変換を定義する。

【0017】以上の説明から分かるように、非線型な変換とは本来E A変調器集積レーザのE A変調器部への光入力レベルによって増幅率を変えるべきであるが、このE A変調器への光入力は、モニタ電流I<sub>p</sub>の入力レベルと一対一に対応しているため、モニタ電流I<sub>p</sub>の入力レベルに対して増幅率が変わるような変換で本発明の効果は得られる。さらにE A変調器108への光入力は、E A変調器集積レーザの駆動電流とも一対一に対応しているため、非線型な変換は、レーザ駆動電流の領域に対して増幅率が変わる変換とも定義することができる。非線型アンプ402の特性例について、図5及び図6を用いて説明する。

【0018】図5は、レーザ駆動電流I<sub>f</sub>に対する非線型アンプ出力、図6はレーザ駆動電流I<sub>f</sub>に対して非線型アンプの増幅率を示したグラフであり、いずれも、2つの非線型アンプAとBの2例の場合を示している。

【0019】図5及び図6に示したの場合の増幅作用について説明する。第1の例である非線型アンプAは、E A変調器108における光吸収が飽和レベルに達していおらず顕著な光吸収が見られる範囲であるしきい値I<sub>th</sub>から約80mAのレーザ駆動電流領域においては、図5及び図6に示すとおり増幅率がN<sub>1</sub>である。一方、E A変調器部光電流がレーザ入力に対して飽和レベルに達している70mA以上のレーザ駆動電流I<sub>f</sub>領域の増幅率をN<sub>2</sub>とすると、増幅率N<sub>1</sub><N<sub>2</sub>の関係となる。

【0020】別の例である非線型アンプBについて図5及び図6について示す。非線型アンプBの特性は、しきい値I<sub>th</sub>から70mAの領域では、増幅率N<sub>3</sub>がI<sub>f</sub>の関数となることであるが、この場合も増幅率N<sub>3</sub>、レーザ駆動電流70mA以上の領域の増幅率N<sub>4</sub>との関係は、N<sub>3</sub>(I<sub>f</sub>)<N<sub>4</sub>となる。実際の使用においては、非線型アンプ402は、E A変調器集積レーザの特性に応じて、AタイプやBタイプを使い分けることが可能である。このような非線型アンプ402は、能動素子と受動素子との組み合わせによる回路形成、あるいはマイクロコンピュータに所望の増幅率をプログラミングすることにより実現が可能である。

【0021】図7は上記非線型アンプの構成例のブロック図である。非線型アンプ402はモニタ電流I<sub>p</sub>を電圧に変える電流・電圧変換回路403と、予め前方出力情報が書き込まれているメモリ(ROM)404と、電流・電圧変換回路403の出力電圧を上記前方出力情報を基に補正するプログラムを実行する小型プロセッサで構成された前方後方補正回路405で構成されている。

【0022】図8は、非線型アンプ402の特性図である。非線型アンプ402の動作に関して、レーザ駆動電流I<sub>f</sub>を基準にして、具体的に説明する。非線型アンプ

402を入力であるモニタ電流 $I_p$ は、図8の非線型アンプ入力 $I_p$ に示す通りであるが、非線型アンプ出力 $I_q$ は、図8の特性 $I_q$ に示すモニタ電流に変換される。ここで図8の電流 $I_p$ 及び $I_q$ は、レーザ駆動電流 $I_f=150\text{mA}$ の出力で規格化しているため、縦軸は絶対値ではない。この非線型アンプ402を介したモニタ電流 $I_q$ と、レーザ前方の光出力 $I_o$ との比について、電流依存性を取ると、図3の点線Bに示すように、電流依存性が従来のものに比べて小さいことが分かる。従って、レーザ駆動電流 $I_f$ が変わった場合においても、後方出力に対して前方出力の比がほぼ一定であるため、レーザ駆動電流 $I_f$ が変わる前と同様の前方出力に制御することができる。

【0023】例えば初期に駆動電流 $I_f=70\text{mA}$ で動作させているモジュールは、駆動電流範囲である最小電流値 $I_{f1}=30\text{mA}$ ～最大電流値 $I_{f2}=105\text{mA}$ までの動作を保証しなければならないが、図3に示す通り、前方後方比Bが $I_f=30\text{mA}$ と $105\text{mA}$ では変動が従来より小さいため、電流が変動した場合においても、光出力信号を $\pm 10\%$ 程度の範囲で一定に動作させることができる。前後比直線性の電流変動 $\Delta P/P/\Delta I_f/m$ （従来の技術参照）の指標で示すと、前後比直線性の値が従来の $+15\% \sim +22\%$ から、 $0\%$ を中心とした $\pm 1.0\%$ 分布に改善することができる。この改善効果は、非線型アンプによりモニタ電流を、レーザの前方光出力と同様の駆動電流依存性に変換することによって得ることができる。また、非線型アンプの特性により、非線型アンプで変換した後のモニタ電流の駆動電流に対する依存性が決り、さらには前後比直線性の電流依存性も決めることができる。従って、光送信モジュールとして、所望の前後比直線性特性が得られるように、非線型アンプを設計することにより、高信頼度の光送信装置が実現できる。

【0024】また、実施例の説明図4においては、E A変調器集積レーザを一定の温度に制御するための部品、ペルチェ112、サーミスタ113、及び温度制御回路116を記載しているが、これらの部品がなく、温度制御が必要でない半導体レーザモジュール場合においても、本発明の効果は変わらない。さらに、実施例の説明図4においては、非球面レンズ113、セルフロックレンズ114、及びアイソレータ115が無いような、いわゆる簡易パッケージにおいても、本発明は同様の効果が得られることは言うまでも無い。

<実施例2>図9は、本発明による光送信モジュールの他の実施例の構成を示す。本実施例は伝送速度 $10\text{Gbit/s}$ のE A変調器集積レーザを搭載したものである。図9の光送信モジュール601の基本構成は、実施例1で説明した図4における光送信モジュール106とほぼ同様で、図4の構成部分と実質的に同じ部分には同じ番号、符号で示し、その詳細な説明は省く。図9の構成と図4の構成との違いは、非線型アンプ802を半導体レーザモジ

ュール601内に搭載した点である。フォトダイオード109によりO/E変換された出力電流 $I_p$ が、半導体レーザモジュール内に搭載された非線型アンプ802を介して、半導体レーザモジュールのモニタ電流出力 $I_q$ となる。

【0025】非線型アンプ802の動作は、実施例1での説明と同様であり、これにより半導体レーザモジュール601の光ファイバ117への光出力と非線型アンプ802を介したモニタ電流出力 $I_q$ の比が、図3の点線Bで示すようなレーザ駆動電流依存性となり、レーザ駆動電流が変化した時点においても、ファイバ光出力を一定に制御することができる。

【0026】図9に示す実施例においては、E A変調器集積レーザ601を一定の温度に制御するための部品、ペルチェ112、サーミスタ111を記載しているが、これらの部品がなく、温度制御が必要でない半導体レーザモジュール場合においても、本発明の効果は変わらない。さらに、図9に示す実施例においては、非球面レンズ113、セルフロックレンズ114、及びアイソレータ115が無いようないわゆる簡易パッケージにおいても、本発明は同様の効果が得られることは言うまでも無い。

【0027】また、波長多重伝送用として、波長をロッキングする機構を備えた波長ロック内蔵半導体レーザモジュールにおいても、この半導体レーザがE A変調器を集積したレーザである場合には本発明を用いることにより、駆動電流の変動に対してファイバ光出力が一定に制御可能な高信頼度な波長ロック内蔵半導体レーザモジュールが作製できる。

<実施例3>本発明の実施例について、伝送速度 $10\text{Gbit/s}$ の光伝送装置について説明する。実施例1で述べた光送信モジュールを搭載し、光伝送装置を構成することにより、経時変化、及び環境変化による半導体E A変調器集積レーザ駆動電流の変動にかかわらず、光出力を一定に制御することが可能となり、高い長期信頼性を有した光伝送装置が実現する。また、この光伝送装置を使用して、光伝送システムを構築することにより、信頼性の高い光伝送システムが実現できる。

<実施例4>図10は本発明によるE A変調器集積波長可変レーザを搭載した光伝送装置（光送信モジュール）の他の実施例の構成を示す。送信モジュール901の基本構成は、実施例1（図4）での説明とほぼ同様であるが、異なる点は、図10において、E A変調器集積波長可変レーザ902が搭載されている点である。E A変調器集積波長可変レーザ902は、半導体レーザ部が波長可変レーザ903、E A変調部108で構成されている点である。

【0028】波長可変レーザの場合においても、E A変調器が波長可変レーザの前方に集積されているため、E A変調器集積波長可変レーザ素子自体では、実施例1で

の説明と同様に前後比直線性がレーザ駆動電流依存性を有する。さらに、波長を可変するため、E A変調器部分の吸収特性が変わるため、実施例1の波長が変わらない送信モジュールと比較して、前後比直線性の電流依存性が大きくなってしまふ場合がありうる。このため、実施例1と同様に非線型アンプを搭載して光送信モジュールを構成することにより、半導体レーザ駆動電流が変動した場合においても、光出力を一定に制御することが可能となる。

<実施例5> 図11は本発明によるE A変調器集積波長可変レーザを搭載した光伝送装置（光送信モジュール）のさらに他の実施例の構成を示す。半導体レーザモジュール1001の基本構成は、実施例2での説明とほぼ同様であるが、異なる点は、図9において、E A変調器集積波長可変レーザ902が搭載されている点である。E A変調器集積波長可変レーザ902は、半導体レーザ部が波長可変レーザ903、E A変調器部108で構成されている点である。この場合も、E A変調器集積波長可変レーザモジュールとして、実施例2と同様の効果が得られる。

【0029】以上、本発明の実施例について説明したが、本発明は上記実施例に限定されるものではない。さらに本発明の光伝送装置として、光送信モジュールについて説明したが、光送信モジュールに限定されるものではなく、光送信モジュールを搭載した光伝送装置、光送信モジュールを搭載した波長多重光伝送装置、これらの光伝送装置を使用した光通信システムにも適用される。伝送速度10Gbit/s程度の波長多重光伝送においては、各波長ごとに異なる光送信モジュールで構成するため、モジュールの個体差、及び光伝送装置内のフィルタ、波長合波器等の部品の波長依存性により、光出力レベルが異なってしまう恐れがある。しかしながら、光伝送装置においては光伝送システムの構成上、各波長の光出力レベルを一定揃えて制御する必要がある。この光出力レベル制御のためには、実施例1で述べた光送信モジュールを搭載し、波長多重光伝送装置を構成することにより、波長多重光伝送装置に適した光出力制御が可能となり、高い長期信頼性を有した波長多重光伝送装置が実現する。

【0030】また、波長多重光伝送装置を使用して、波長光伝送システムを構築することにより、システムを構成する波長依存性のある部品、例えば光ファイバ、光アンプ、光スイッチ等に応じて、光出力制御が可能となり、信頼性の高い波長光伝送システムが実現できる。

【0031】

【発明の効果】本発明では、幹線系光伝送の重要な部品の一つである、半導体電界吸収型変調器集積レーザの本質である前方後方比直線性劣化を、非線型アンプを入れることによりこれを搭載した半導体レーザモジュール、

及び光送信モジュールにて補正するため、半導体レーザモジュール、及び光送信モジュールの光出力安定性や信頼性が向上する。さらにこれらの光送信モジュールを用いることにより、経時変化、及び環境変化による半導体E A変調器集積レーザ駆動電流の変動にかかわらず、光出力を一定に制御することが可能となり信頼度の高い光伝送装置、及び幹線系光伝送システムの構築が実現できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】従来の光送信モジュールの構造を示す回路図

【図2】従来の光送信モジュールの動作説明のための特性図

【図3】従来技術及び本発明による光送信モジュール特性比較図

【図4】本発明による半導体レーザ装置の第1実施例の回路図

【図5】本発明による半導体レーザ装置における非線型アンプの出力特性図

【図6】本発明による半導体レーザ装置における非線型アンプの増幅特性図

【図7】本発明による半導体レーザ装置における非線型アンプの実施例の構成図

【図8】本発明による半導体レーザ装置における非線型アンプの入出力特性図

【図9】本発明による半導体レーザ装置の第2実施例の回路図

【図10】本発明による半導体レーザ装置の第4実施例の回路図

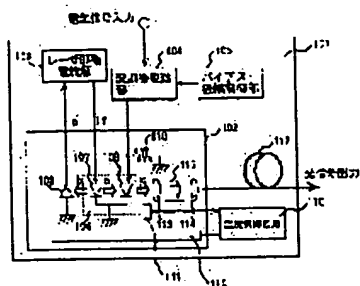
【図11】本発明による半導体レーザ装置の第5実施例の回路図

【符号の説明】

101・・・光送信モジュール、102・・・半導体レーザモジュール、103・・・レーザ駆動電流源、104・・・変調器駆動部、105・・・バイアス振幅制御部、106・・・電界吸収型（E A）変調器集積DFBレーザ、107・・・電界吸収型変調器（E A変調器部）、108・・・DFBレーザ部、109・・・モニタフォトダイオード、110・・・終端抵抗、111・・・ミスタ、112・・・ベルチェ基板、113・・・面レンズ、114・・・セルフォックレンズ、115・・・アイソレータ、116・・・温度制御回路、117・・・光ファイバ、401・・・実施例1による光送信モジュール、402・・・非線型アンプ、801・・・実施例2による半導体レーザモジュール、901・・・実施例5による光送信モジュール、902・・・E A変調器集積波長可変レーザ、903・・・波長可変レーザ部、1001・・・実施例6による光送信モジュール。

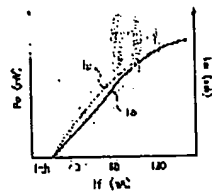
【図 1】

図 1



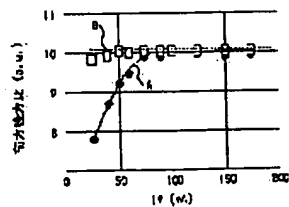
【図 2】

図 2



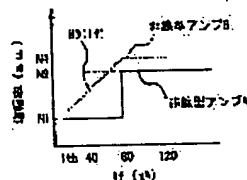
【図 3】

図 3



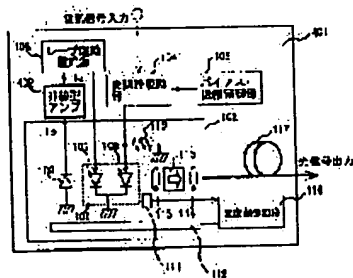
【図 6】

図 6



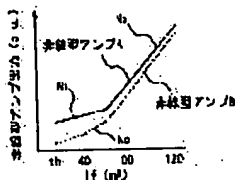
【図 4】

図 4



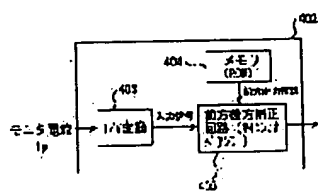
【図 5】

図 5



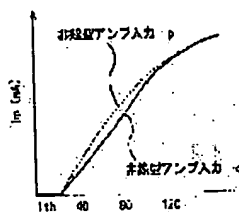
【図 7】

図 7



【図 8】

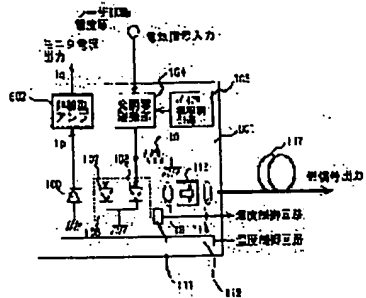
図 8





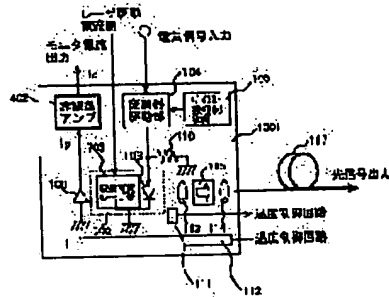
【図 9】

図 9



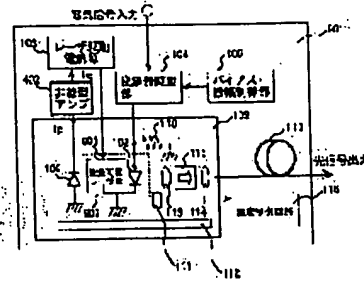
【図 11】

図 11



【図 10】

図 10



フロントページの続き

(51) Int. Cl. 7

識別記号

F I

デマコート (参考)

H 0 4 B 10/04

10/06

10/152

10/142

(72) 発明者 東口 晃久

神奈川県横浜市戸塚区戸塚町216番地 株式会社日立製作所通信事業部内

(72) 発明者 加藤 哲哉

神奈川県横浜市戸塚区戸塚町216番地 株式会社日立製作所通信事業部内

F ターム (参考) 5F073 AA64 AB14 AB27 AB28 BA02

EA15 EA28 FA02 FA05 GA03

GA12 GA14 GA22 GA23 GA24

SK002 AA02 BA13 CA09 FA01